

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-127976
 (43)Date of publication of application : 10.06.1987

(51)Int.CI.

G06F 15/62
H04N 5/76

(21)Application number : 60-268694
 (22)Date of filing : 29.11.1985

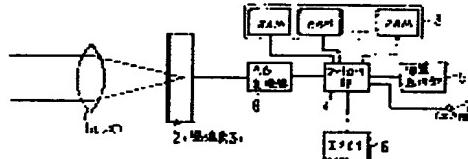
(71)Applicant : KYOCERA CORP
 (72)Inventor : TAKEDA SHIGEKI

(54) IMAGE RECORDING PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the need for the focusing of an optical system and to simplify image pickup operation by using a correction function having a reverse characteristic to a point spread function due to out-of-focus, blur or aberration based on an image signal to apply arithmetic processing and restore an image.

CONSTITUTION: An image pickup element 2 is an image pickup photoelectric conversion element, fixed on an infinite focus of a lens 1 and the fixed focus system is adopted for the optical system comprising the lens 1 and the image pickup element 2. A RAM 3 includes a memory storing an image input by one image and a main memory 6 transfers and stores image information stored temporarily in the RAM 3. An arithmetic processing section 5 applies the arithmetic processing so that the image information stored in the main memory 6 is an objective image and the result of the arithmetic processing is stored in the main memory 6. The data transferred from the RAM 3 to the main memory 6 is subjected to the arithmetic processing by using a correction function having a reverse characteristic to a point spread function due to out-of-focus, blur or aberration based on the picture signal stored in the storage section at the arithmetic processing section 5 and the image is decoded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑮ 特許出願公開
⑰ 公開特許公報 (A) 昭62-127976

⑯ Int.CI.¹
G 06 F 15/62
H 04 N 5/76

識別記号 廷内整理番号
Z-7423-5C

⑮ 公開 昭和62年(1987)6月10日
審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑯ 発明の名称 画像記録処理装置

⑯ 特願 昭60-268694
⑯ 出願 昭60(1985)11月29日

⑯ 発明者 武田重喜 東久留米市前沢4-32-21

⑯ 出願人 京セラ株式会社 京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

⑯ 代理人 弁理士 井ノ口壽

明細書

1. 発明の名称 画像記録処理装置

2. 特許請求の範囲

撮影用レンズと、前記撮影用レンズからの光信号を光電気変換して画像信号を生成する撮像素子と、前記撮像素子からの画像信号を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された画像信号に基づいてピンボケあるいはブレあるいは収差による点広がり関数の逆特性を有する補正関数を用いて演算処理して画像を復元する演算処理部とから構成した画像記録処理装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、画像記録処理装置、さらに詳しく述べば、アナログ方式またはデジタル方式で処理した画像信号をメモリ内に記録し、その記録された画像信号を、レンズの特性またはブレによる既知または未知の点広がり関数 (PSF, Point Spread Function) の逆特性を有する補正関数を用いて演算処理し、ピント合わせあるいはブレ

あるいは収差の補正をし、目的の画像を復元する機能を有する画像記録処理装置に関する。

(従来の技術)

従来から画像記録装置として、ピント合わせ機構、露出機構を有し感光材に画像を記録するいわゆるカメラと言われている装置、および、VTRの一派生技術として撮像管で光電気変換された画像信号を磁気材等より成るメモリに記録するいわゆる電子スチールカメラ装置が知られている。

(発明が解決しようとする問題点)

前者の装置は、基本的にレンズを通して焦点面に結像された画像、または画像信号自身の記録。再生を目的としているため、その焦点面の画像がピントが合っていない画像であったり、ブレた画像である場合には、それ以上の画質の画像を得ることはできない。

一方、後者の装置は、VTRの画質向上技術として輪郭補正を走査信号に、主にハイパスフィルタや補間を用いて行う方法があるが、これはPSFにもとづいた理論的に正確で可逆のものではな

く、経験上画質がよくなつたように見える場合が多いという程度の視覚的な効果でしかない。

本発明の目的は、ピント合わせあるいはブレの補正をすることにより、目的の画像を復元する機能を有する画像記録処理装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

前記目的を達成するために本発明による画像記録処理装置は、撮影用レンズと、前記撮影用レンズからの光信号を光電気変換して画像信号を生成する撮像素子と、前記撮像素子からの画像信号を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された画像信号に基づいてピンボケあるいはブレあるいは収差による点広がり関数の逆特性を有する補正関数を用いて演算処理して画像を復元する演算処理部とから構成されている。

(発明の原理)

まず、本発明の基本になる原理を説明する。ここでは、理解を容易にするために、まず一次元の信号について説明し、次いで、二次元の信号に拡

大して説明する。

第4図は、本発明の基本原理となる入出力システムを示したブロック図である。

インパルスレスポンスが $h(t)$ である系（ここでは、因果律の条件は考えないことにする。）に入力信号 $s(t)$ が入力され、出力信号 $g(t)$ が出来たとする。このとき、これらの量の間に次式のような関係が成立つ。

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) * h(t - \tau) d\tau = s(t) * h(t) \quad \dots(1)$$

ここで、*印はたたみ込み積分を示している。

式(1)より、入力信号 $s(t)$ が、ディラックのデルタ関数の場合には、出力信号 $g(t)$ はインパルスレスポンス $h(t)$ そのものになる。

$g(t) = \delta(t) * h(t) = h(t) \quad \dots(2)$
すなわち、入力信号に $\delta(t)$ を入力したときの出力を観測することで $h(t)$ を知ることができ
る。こうして求めた $h(t)$ のフーリエ変換を $H(f) (= \text{---} h(t))$ とする。

いま、インパルスレスポンス $h(t)$ が既知で

ある系を通り、出力信号 $g(t)$ から、その系への入力信号 $s(t)$ を復元することを考える。

求める入力信号 $s(t)$ のフーリエ変換を $S(f)$ 、出力信号 $g(t)$ のフーリエ変換を $G(f)$ とすると、式(1)より

$$g(t) = s(t) * h(t) \quad (3-a)$$

$$\bullet$$

$$G(f) = S(f) * H(f) \quad (3-b)$$

$$\therefore S(f) = 1/H(f) * G(f) \quad (3-c)$$

が成立つ。ここでは、説明を簡単にするために、 $1/H(f)$ が物理的に存在するものとする（実際には、このままの形では必ずしも存在するとは限らない）。このようにすると、出力信号 $g(t)$ から入力信号 $s(t)$ を復元するには、インパルスレスポンスのフーリエ変換が $1/H(f)$ なる系を通してよいことがわかる。

第5図は、本発明の基本原理となる入力信号復元システムの一次元の場合を示したブロック図。第6図(a)は、前記システムのインパルスレスポンスがガウス関数の例を説明するための図、第

6図(b)は、前記システムのインパルスレスポンスが矩形波の例を説明するための図である。

ここでは、例として2種類のインパルスレスポンス $h(t)$ を考える。すなわち、次の各式のようにインパルスレスポンスがガウス関数である系と、矩形波である系を考える。

$$h_1(t) = (1/(2\pi\sigma^2)^{1/2}) \cdot \exp(-t^2/2\sigma^2) \quad \dots(4)$$

$$h_2(t) = (1/T) \cdot \text{rect}(t/T) \quad \dots(5)$$

式(4), (5)のフーリエ変換はそれぞれ

$$H_1(f) = \exp(-2\pi^2\sigma^2 f^2) \quad \dots(6)$$

$$H_2(f) = \sin(\pi T f)/\pi T f \quad \dots(7)$$

となる。式(6), (7)に関し、第5図に相当するシステムを図示すると第6図のようになる。

第6図(a), (b)は、伝達関数（インパルスレスポンスのフーリエ変換）がそれぞれ $H_1(f)$, $H_2(f)$ なる系を入力信号が通り変化を受けても、その後に逆特性 $1/H_1(f)$, $1/H_2(f)$ の系を通ることで、もとの入力信

号が復元されることを示している。ただし、図から明らかなように、逆特性の系は必ずしも物理的に実在するとは限らないが、数式上、計算上は存在する。

以上は、一次元的な説明であったが、それを二次元に拡大した画像復元について説明する。

説明の都合上変数を x , y とし、その二次元 Fourier 变換の変数を X , Y とする。

一次元の場合には、ある系にディラックのデルタ関数を入力したときの応答、すなわち、インパルスレスポンスを測定することにより、システムの特性を記述できた。これと同様に、二次元のディラックのデルタ関数、具体的には理想的な点光源をレンズを通して焦点面に結像させたときの像を測定すれば、点広がり関数 (Point Spread Function) が求められ、その光学系の特性を記述できる。広義には PSF はブレによる広がりをも含めることができる。

第 7 図は、二次元的なピンボケの PSF を説明するための図である。

補正され、ボケのない元の点画像 (第 8 図 (g) (h)) が復元される。

第 7 図の例ではレンズの合焦でないときの PSF が二次元のガウス関数であるが、これは現実的な仮定である。また、この系では原画像を点画像として説明しているが、もしこの系が線形 (スーパー・ポーズが成立する系) であるならば、対象とする画像を点画像から一般の画像へ拡大することができる。

以上の説明により、レンズの PSF が既知のときは、ある距離で合焦状態として撮影、記録した画像から、任意距離の対象物の像を復元できる。これは一次元の式(4), (6)で示される第 6 図 (a) に相当する。

第 9 図は、本発明の基本原理のブレ画像復元システムを説明するための図である。

ピンボケの場合と同様に、ブレによる画像の復元について説明する。一般的のブレの復元は必ずしも容易ではないが、ここでは説明の都合上、画像が等速直線的に x 軸方向にブレたものとする。こ

第 7 図は、点光源の状態を示すもので、第 7 図 (a) (b) は合焦点のときで、 x y 平面上で、点 ($\delta(x)$ · $\delta(y)$) となる。第 7 図 (c) (d) はピントがずれたときで、二次元のガウス関数状に拡散される。このピントがずれた画像からもとの画像を復元する手順を、前述の第 6 図 (a) の一次元と同じ手順で説明する。

第 8 図は、本発明の基本原理となる入力信号復元システムの二次元の場合を説明するための図である。

第 8 図 (a) が入力の状態で、第 8 図 (h) に示される二次元のインパルスが原画像である。この第 8 図 (h) が合焦でないときには、第 8 図 (b) に示される PSF で拡散されて、第 8 図 (c) (i) に示されるピンボケ画像になる。このピンボケ画像を x 成分に関する逆特性の系 (第 8 図 (d) (e)) を通すと、ボケの x 成分の補正された画像 (第 8 図 (f) (j)) が復元される。さらに、 y 成分に関する逆特性の系 (第 8 図 (f) (m)) を通すことによりボケの y 成分も

の場合、合焦の点画像は x 方向の直線画像となるので、ブレの量を x_0 とすると PSF は $\text{rect}(x/x_0)$ になる。第 8 図のピンボケの場合に相当する図が第 9 図である。

第 9 図 (a) が入力の状態で、第 9 図 (f) に示される二次元のディラックのデルタ関数が原画像である。この点画像が、第 9 図 (b) に示されるブレの PSF により第 9 図 (c) (d) に示される線画像となる。この例では線画像は x 成分のみであるから、第 9 図 (d) (i) に示される逆特性の系を通することで、もとの点画像 (第 9 図 (e) (h)) が復元される。これは一次元の式(5)(7)で示される第 6 図 (b) に相当する。

一般的のピンボケやブレはこれらの例のように単純ではないが、基本的に以上の考え方を用いて、目的の画像を復元することができる。

(実施例)

以下、図面等を参照して、実施例について本発明を詳細に説明する。

第 1 図は、本発明による画像記録処理装置の実

施例を示したブロック図である。

第1図において、1はレンズ、2は撮像素子、3はRAM、4はコントロール部、5は演算処理部、6は主メモリ、7は出力端、8はA/D変換器である。

レンズ1は、撮影用のレンズである。撮像素子2は、撮影用の光電気変換素子であり、レンズ1に対して、無限遠の焦点面に固定されている。レンズ1および撮像素子2の光学系は固定焦点方式になっている。RAM3は、一画面分の画像入力を記憶するメモリが1ないし必要数だけ含まれている。主メモリ6は、RAM3に一時的に蓄えられた画像情報を転送、記憶するメモリである。演算処理部5は、主メモリ6に記憶されている画像情報を目的の画像となるように演算処理を行い、その演算結果は、主メモリ6に記憶される。以上の信号の授受は、コントロール部4を介して行われる。主メモリ6に記憶されているデータ、あるいはRAM3に記憶されているデータは出力端7より出力される。

次に、本発明による画像記録処理装置の基本動作を説明する。

被写体からの反射光は、レンズ1を介し、撮像素子2上に結像する。

前述のように光学系を無限遠の固定焦点としているのは、ある有限の距離で合焦したとき、その前あるいは後のピントが合っていない被写体に対して、ボケた像だけからは前ピントなのか後ピントなのか区別できないからである。すなわち、前述の第7図(c) (d)に示すように、もしある合焦状態に対して、前ピントのボケのPSF $P(x, y)$ が

$$P(x, y) = (1 / 2 \pi \sigma^2) \exp(-x^2 + y^2 / 2 \sigma^2) \quad \dots (8)$$

であったとすると、同じボケとなる後ピントのPSF $P'(x, y)$ は

$$\begin{aligned} P'(x, y) &= P(-x, -y) \\ &= (1 / 2 \pi \sigma^2) \exp(-x^2 + y^2 / 2 \sigma^2) \\ &= P(x, y) \end{aligned} \quad \dots (9)$$

となり、前ピントか後ピントかが区別できない。実際には、レンズの分散特性により前ピントと後ピントではPSFは異なる場合もあるが、ボケの基本的な考え方においては、前ピントと後ピントは区別することはできない。このため、光学系を有限の距離の固定焦点とした状態で撮影し、画像演算処理を行い、その前あるいは後の位置に焦点を合わせ直すと、それに伴い相対する後あるいは前の位置が合焦になる。この場合には、2つの距離でピントが合うことになる。

撮像素子2は、目的の画像処理に十分な情報信号を得る分解能を有している。例えば、正方形の画面で、たて横それぞれ1024画素とする。モノクロでは 1024×1024 画素であるが、カラーではその3倍の容量が必要になる。

撮像素子2上に結像された画像は、光電気変換され、A/D変換器8によりコード化されてRAM3に記憶される。この処理は高速で行われる必要があるので、A/D変換器8や記憶は必要に応じてパラレルに処理される。このRAM3の内容

は直ちに主メモリ6に転送される。

RAM3は、半導体メモリで高速であるがあまり大容量をとれないのに対し、主メモリ6は磁気、光、光磁気等のメカニカルな系を含むもので、大容量であるが高速ではない。そこで、連続の速写性を考慮し、RAM3を必要数設けておき連続速写のとき、切り替えて使用する。

ちなみに、カラー一画素当たり14bitsを割当ると一画面当たり

$$14\text{ bits} \times 1024 \times 1024 \approx 1.468 \times 10^7 \text{ bits} \quad \dots (10)$$

必要になる。また、一画面を $1/1000\text{ sec}$ で処理、記憶するには

$$1\text{ m sec} = 1024 \times 1024 \times T$$

$$T = 9.5367 \times 10^{-10} \text{ sec}$$

$$1/T = 1.0486 \times 10^9 \text{ Hz} \quad \dots (11)$$

となり、約1GHz以上のクロックでA/D変換器8、RAM3を動作させる必要がある。このクロックは、パラレル処理で対応することもできる。

RAM3より主メモリ6に転送されたデータは

演算処理部5で二次元FFT(Fast Fourier Transform)される。FFTは、DFT(Discrete Fourier Transform)の一手法である。もともと、RAM3あるいは主メモリ6には、画素ごとのデータ、すなわちDiscreteのデータが入力されているので演算には都合がよい。DFTは、一次元の信号の場合には、基本的に第2図に示される演算のことである。

第2図および第3図は、本発明による画像記録処理装置の動作を説明するための図であって、第2図は一次元の場合、第3図は二次元の場合を示した図である。

時間領域でNT sec以内の時間存在する関数をs(t)とする(第2図(a)の点線内)。この関数をT secごとにサンプルし、かつ、それをNT secごと繰り返す。これを式で表わすと

$$[s(t) \cdot 1/T \cdot \text{III}(t/T)] * (1/NT) \cdot \text{III}(t/NT) \quad \dots (12)$$

となる。ここで、 $(1/T) \cdot \text{III}(t/T) = \sum \delta(t - nt)$ 、 $\delta(t)$ は、ディラックの

$$[(F(X, Y) * \text{III}(x_0 X)) * \text{III}(y_0 Y)] * \text{III}(My_0 Y) \quad \dots (15)$$

第3図(a)は、 Nx_0 , My_0 の区間内のみに存在する画像信号f(x, y)と、その画像信号f(x, y)がx軸方向に Nx_0 間隔、y軸方向に My_0 間隔の周期で繰り返した x_0 , y_0 領域(実際)の画像(信号)である。これに二次元DFTを行い空間周波数領域に変換したものが、第3図(b)である。X軸方向に $1/x_0$, Y軸方向に $1/y_0$ の間隔の周期関数になっている。これらの関係を式で示したもののが式(14) (15)である。

もし、画像信号f(x, y)がピントが合っていないボケた画像の信号であるならば、DFTで変換された信号F(X, Y)に対し、ボケのPSFの逆特性となるOTF(Optical Transfer Function)G(X, Y)をかけてボケの補正を行う。目的の被写体までのレンズのPSFを第8図(b) (i)に示すように

デルタ関数である。式(12)をフーリエ変換したものがDFTであり、この式(12)より直ちに

$$\{S(f) * \text{III}(T f)\} * \text{III}(NT f) \quad \dots (13)$$

が得られる。これを、図示したものが第2図(b)である。ただし、第2図(b)では本来複素数であるS(f)を、図を単純にするために絶対値で示してある。 $s(t)$ は、存在する時間がTc以内に制限された関数であるので、そのフーリエ変換S(f)は、無限の帯域に広がってしまう。実際にパラメータを決めるには、第2図(b)よりS(f)が $(\pm 1/2T) Hz$ で充分に小となっているようにサンプリングレート $1/T$ を定める。

DFTを二次元に拡大すると次のようになる。ある二次元の画像関数をf(x, y)とする。

$$[(f(x, y) \cdot (1/x_0) \cdot \text{III}(x/x_0)) * (1/Nx_0) \cdot \text{III}(x/Nx_0)] \cdot (1/y_0) \cdot \text{III}(y/My_0) * (1/My_0) \cdot \text{VI}(y/My_0) \quad \dots (14)$$

$$h(x, y) = (1/(2\pi\sigma^2)) \cdot \exp(-((x^2 + y^2)/2\sigma^2)) \quad \dots (16)$$

とするとボケ補正のOTFは、同じく第8図(d)(f) (l) (m)より

$$G(X, Y) = \exp(-(2\pi^2\sigma^2 X^2)) \cdot \exp(-(2\pi^2\sigma^2 Y^2)) \quad \dots (17)$$

になる。式(17)よりボケを補正し、ピントを目的の距離に合わせなおすには、空間周波数領域でF(X, Y) · G(X, Y) … (18)とすればよい。式(18)を二次元逆DFTを行えば、目的の復元画像(信号)が得られる。

ブレた画像に関しても同様な演算操作で画像を復元できる。

復元の演算を行うには、x-y領域でたたみ込み積分で行う方法と、空間周波数領域での乗算で行う方法が考えられるが、PSFの逆特性の逆フーリエ変換が困難であったり、たたみ込み積分に計算時間を要することから、空間周波数領域で演算処理を行う。

ボケやブレの逆特性の関数は、それぞれ

$$\exp(-2\pi^2\sigma^2X^2) \cdot \exp(-2\pi^2\sigma^2Y^2),$$

$$(\pi x_0 X) / \sin(\pi x_0 X) \quad \dots \quad (20)$$

である。 $X \rightarrow \infty$, $Y \rightarrow \infty$ のときには \approx となり、通常のアナログ回路的な手段では実現が困難であるが、計算機で処理することができる。

(発明の効果)

以上詳しく述べたように、本発明によれば、画像処理装置の光学系によるピント合わせが不要であり、撮影が簡単になる。つまり、今まで不可能であった撮影後に、任意の被写体にピントを合わせなおすことができる。また、ブレた画面からブレのない元画像を復元することができる。

さらに、レンズの収差を補正することができ、逆に、画像にレンズの収差の影響を加えることもできる。さらにもう、画像の特徴抽出等の「画像処理」を行うこともできる。

なお、本発明の画像記憶処理装置は、ビデオテックス等、他のメディアにも接続できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による画像記憶処理装置の実施例を示したブロック図である。

第2図および第3図は、本発明による画像記憶処理装置の動作を説明するための図であって、第2図は一次元の場合、第3図は二次元の場合を示した図である。

第4図は、本発明の基本原理となる入出力システムを示したブロック図である。

第5図は、本発明の基本原理となる入力信号復元システムの一次元の場合を示したブロック図。第6図(a)は、前記システムのインパルスレスポンスがガウス関数の例を説明するための図、第6図(b)は、前記システムのインパルスレスポンスが矩形波の例を説明するための図である。

第7図は、二次元的なビンボケのPSFを説明するための図である。

第8図は、本発明の基本原理となる入力信号復元システムの二次元の場合を説明するための図である。

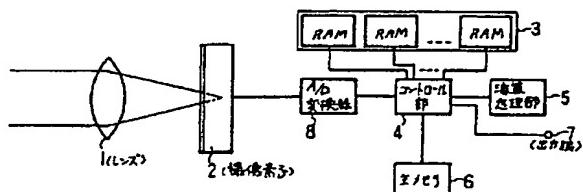
第9図は、本発明の基本原理のブレ画像復元シ

ステムを説明するための図である。

1 … レンズ	2 … 撮像素子
3 … RAM	4 … コントロール部
5 … 演算処理部	6 … 主メモリ
7 … 出力端	8 … A/D変換器

特許出願人 京セラ株式会社
代理人 弁理士 井ノ口壽

オ 1 図



オ 2 図

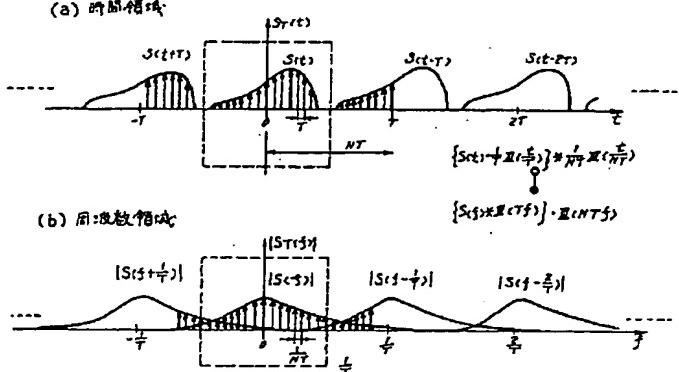


図 3

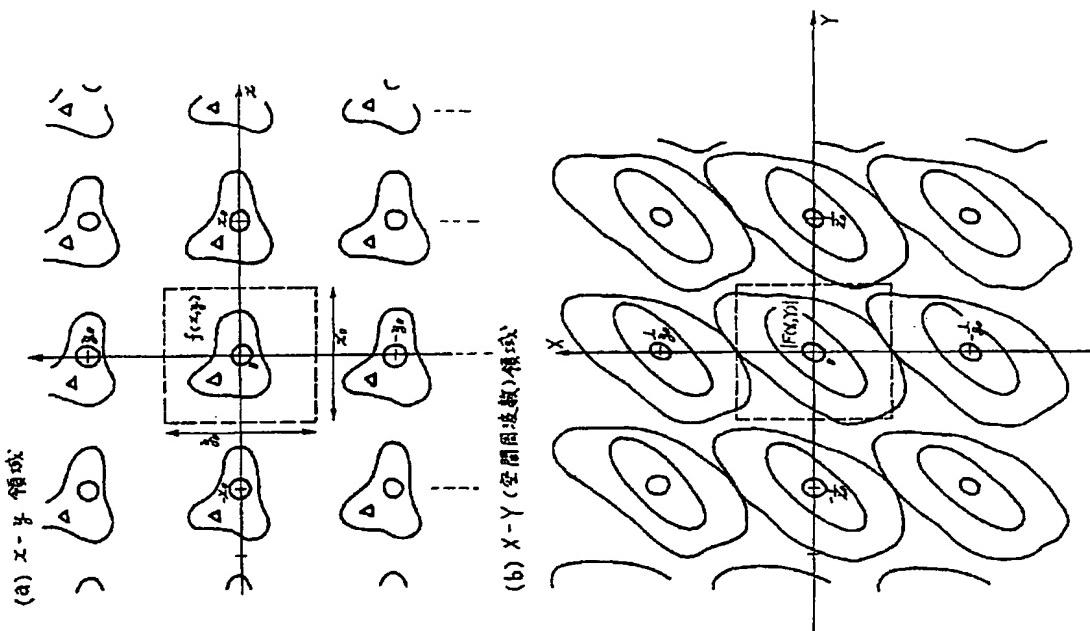


図 4 図

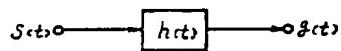


図 5 図

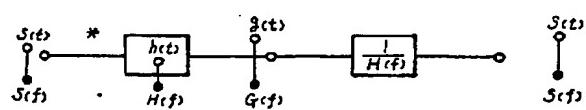


図 7 図

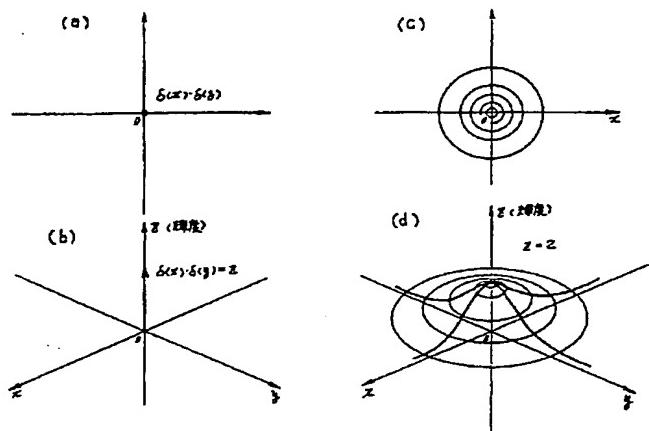


図 6

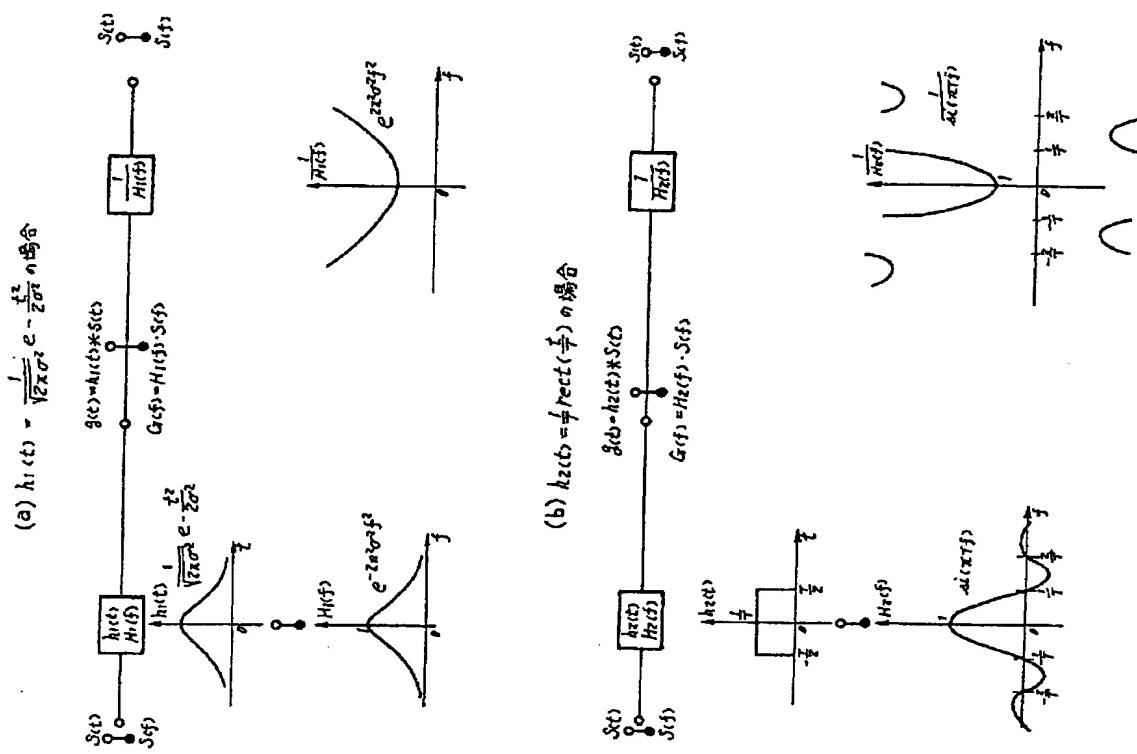
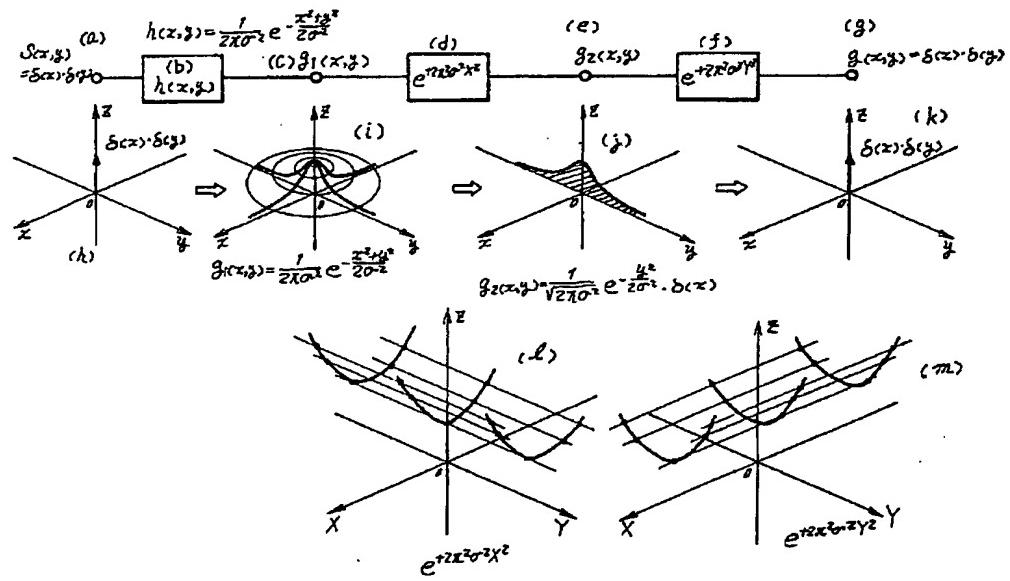
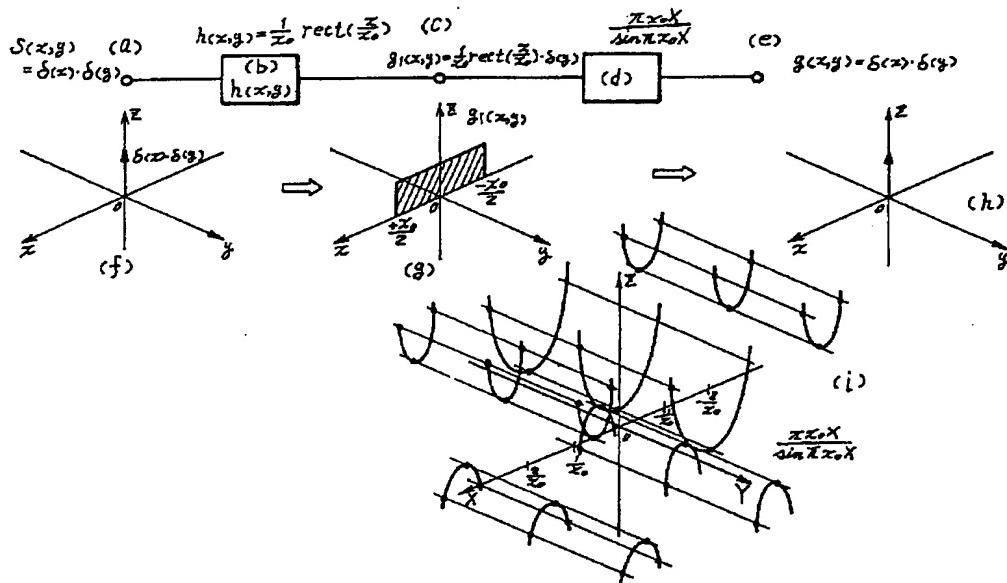


図 8



オ 9 図



手 続 業 補 正 書

補正の内容（特願昭 60-268694）

昭和61年 3月25日

(1) 明細書第4頁第9行目の

「 $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau$ 」
 を「 $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau$ 」に補正する。

(2) 明細書第4頁第19行目の

「 $H(f) (○ \rightarrow h(t))$ 」を
 「 $H(f) (h(t))$ 」に補正する。

(3) 明細書第5頁第9行目の

「 $s(f) = 1/H(f) \cdot G(f)$ 」を
 「 $s(f) = (1/H(f)) \cdot G(f)$ 」に補正する。

(4) 明細書第8頁第12行目の「二次元のインバルス」を「二次元のディラックのデルタ関数」に補正する。

(5) 明細書第11頁第8行目の「無限遠の焦点面」を「無限遠の被写体の合焦点面」に補正する。

(6) 明細書第12頁第5行目の「無限遠の固定

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和60年 特許 第268694号

2. 発明の名称

画像記録処理装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 京セラ株式会社
名称

4. 代理人

住所 〒160 東京都新宿区歌舞伎町2丁目45番7号
大喜ビル4F 電話 (03) 209-1094

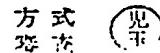
氏名 (7514) 弁理士 井ノ口 義



5. 補正命令の日付 自発



6. 補正の対象 明細書および図面 方式



7. 補正の内容 別紙のとおり

61.3.26

—449—

BEST AVAILABLE COPY

「焦点」を「無限遠の被写体に対する固定焦点」に補正する。

(7) 明細書第12頁第6行目の「距離で合焦したとき」を「距離の被写体で合焦したとき」に補正する。

(8) 明細書第12頁第11行目から同第20行目の「 $P(x, y)$ が…… = $P(x, y)$ ……」を以下のように補正する。

$$\begin{aligned} h(x, y) &= (1/2\pi\sigma^2) \\ &\exp \left\{ -\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2} \right\} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

であったとすると、同じボケとなる後ビンのPSF $h'(x, y)$ は

$$\begin{aligned} h'(x, y) &= h(-x, -y) \\ &= (1/2\pi\sigma^2) \\ &\exp \left\{ -\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2} \right\} \\ &= h(x, y) \quad \dots (9) \end{aligned}$$

(9) 明細書第13頁第5行目の「距離の」を「距離の被写体に対し」に補正する。

(10) 明細書第15頁第17行目から同第20行目の「 $(s(t) \dots \delta(t))$ 」を以下のように補正する。

補正する。

$$\begin{aligned} &[s(t) \cdot (1/T) \cdot \pi(t/T)] \\ &\cdot (1/NT) \pi(t/NT) \dots (12) \end{aligned}$$

となる。ここで、 $(1/T) \cdot \pi(t/T) = \frac{\pi}{T} \delta(t-nT), \delta(t)$

(11) 明細書第16頁第8行目の「 T_c 」を「 T_{sec} 」に補正する。

(12) 明細書第16頁第17行目から同第20行目の「 $\{[(f(x, y) \dots \dots] \dots (14)$ 」を以下のように補正する。

$$\begin{aligned} &\{[(f(x, y) \cdot (1/x_0) \cdot \pi(x/x_0) \\ &\cdot (1/y_0) \cdot \pi(y/y_0)] \\ &\cdot (1/My_0) \cdot \pi(y/My_0)\} \dots (14) \end{aligned}$$

(13) 明細書第17頁第7行目の「 x_0, y_0 」を「 $x-y$ 」に補正する。

(14) 明細書第20頁第3行目から同第4行目の「本発明による画像記録処理装置の動作」を「DFT」に補正する。

(15) 明細書第20頁第7行目の「基本原理とな

る」を「基本原理を説明する一次元の」に補正する。

(16) 添付図面の第2図(a), 第3図(a), 第4図, 第5図, 第6図(a), (b), 第7図(d), 第8図, および第9図を別添の第2図(a), 第3図(a), 第4図, 第5図, 第6図(a), (b), 第7図(d), 第8図, および第9図にそれぞれ補正する。

以上

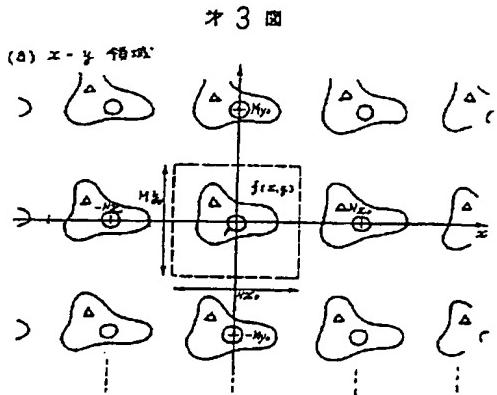
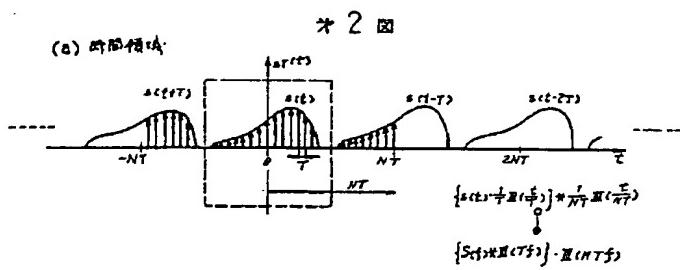


図4

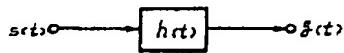


図5

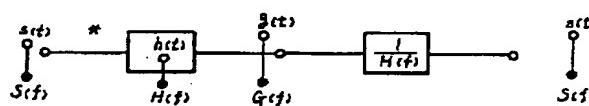
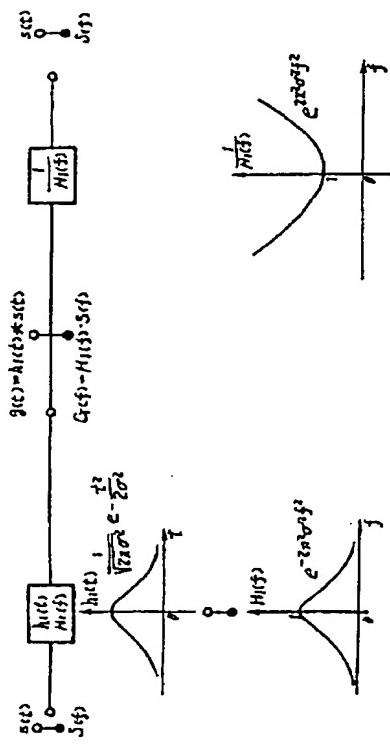
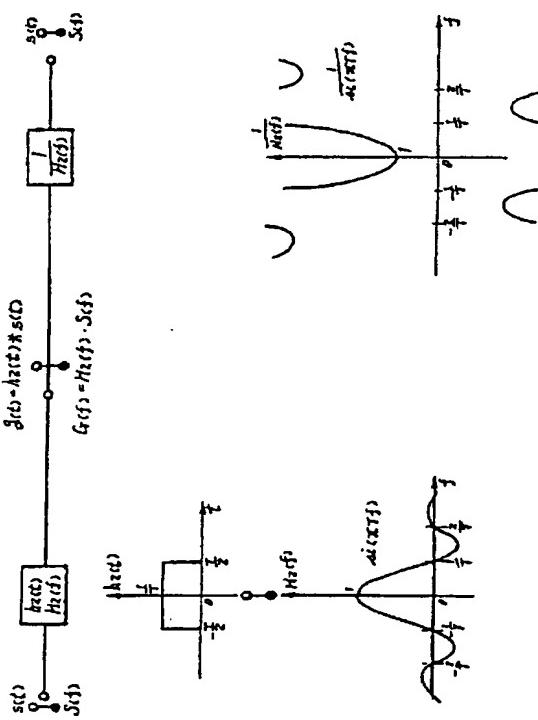


図6

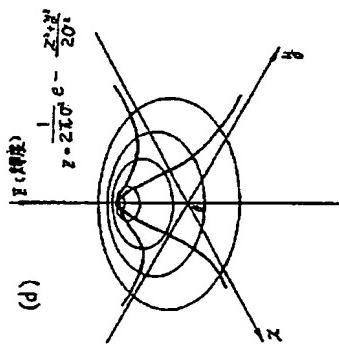
$$(a) h_1(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi} \sigma_1} e^{-\frac{t^2}{2\sigma_1^2}} \text{ のとき}$$



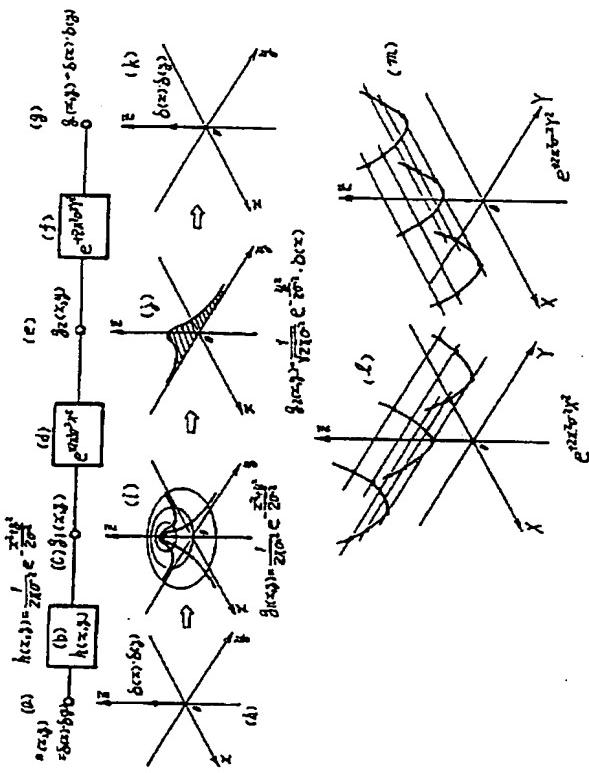
$$(b) h_2(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \text{rect}\left(\frac{t}{\sigma_2}\right) \text{ のとき}$$



第7図



第8図



第9図

